

### **1.3 Проблеми використання методів факторного аналізу для економіко-математичних моделей**

Факторний аналіз – це одна з категорій, яка найбільш часто використовується в економічній системі. Формування ефективного аналізу фінансового стану та господарської діяльності на промисловому підприємстві можливе за наявності відповідної методологічної основи. При огляді наукових джерел необхідно уточнити базові поняття теорії факторного аналізу. Поняттю факторів, моделей та їх класифікації приділено велику увагу в наукових трудах провідних українських і іноземних економістів. Сутнісні характеристики поняття “фактор”: виникнення вагомого впливу на цільовий результат; ефективність виконання функціонально-вартісного аналізу дозволяють більш докладно розглянути проблеми впровадження факторного аналізу і суміжних з ним понять.

Питання класифікації видів факторного аналізу та визначення доцільності його використання в залежності від аналітичної моделі розглядаються такими відомими вітчизняними вченими, як В.М. Івахненком, В.Т. Долею, С.З. Мошенським, О.В. Олійником, російськими економістами Г.В. Савицькою, О.Ю. Дягелем, представником білоруської економічної школи Н.А. Русаком та іншими. Наявність великої кількості різних поглядів щодо вирішення даної проблеми, деякі суперечливості тверджень зумовлюють актуальність даного дослідження.

Незважаючи на виняткову увагу вітчизняних та закордонних дослідників до ключового економічного поняття «методи факторного аналізу», дотепер не існує чіткої класифікації-розмежування різноманітних методів щодо конкретного суб'єкту їхнього застосування – моделі факторного аналізу. Характеристики методів факторного аналізу, з точки зору їхньої сутності як об'єкту аналізу на рівні підприємства можна розглядати: як об'єкт економічного управління; найбільш активну форму визначення впливу факторів на результативний показник в економічному процесі господарської діяльності підприємства.

Ефективність використання тієї чи іншої факторної моделі за допомогою методів факторного аналізу, на думку автора даного дослідження, багато в чому залежить саме від вірного вирішення проблеми вибору саме необхідного методу. Виходячи з цього обрання необхідного для визначення методу лише в залежності від обмеженої кількості методів обрати саме той який, в першу чергу, може бути застосований саме для вирішення поставленої задачі. Для обрання методу слід спочатку приділити увагу питанням визначення основних понять та класифікаційних аспектів факторного аналізу сучасної економічної науки.

У ході загального аналізу виявляють абсолютну й відносну зміну по досліджуваному показникові. Далі в ході поглибленого вивчення необхідно розкрити фактори, що обумовили створення виявленої тенденції.

Результативний показник – це економічний показник, який є предметом дослідження при проведенні факторного аналізу, ознака, яка характеризує слідство впливу факторів. Чим більш детально досліджується вплив факторів на результативний показник, тем точніше результати аналізу [1]. Кожне явище можна розглядати як причину і як результат.

Класифікація типів факторного аналізу представлена на рис. 3.1.4.

Якщо розглянути ці типи більш докладно, то при прямому факторному аналізі дослідження ведеться – від загального до частки, тобто виявляються фактори, які обумовлюють зміну результативного показника.

При зворотному факторному аналізі дослідження ведеться – від часткового до загального, здійснюється - зв'язування показників, що відображають окремі сторони роботи підприємства, у єдиний комплексний.

При цьому, залежність між результативним показником і факторами, його визначальними, може носити строго певний характер (детермінований), а також може бути випадкової або імовірнісної (стохастична залежність).

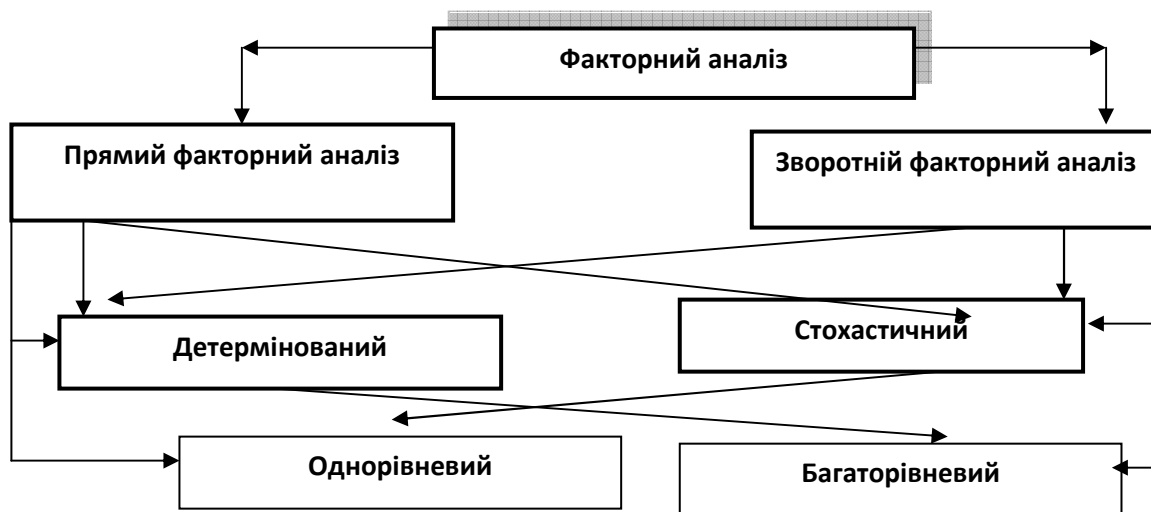


Рис. 3.1.4. Класифікація типів факторного аналізу [2]

Детермінований факторний аналіз це методика дослідження факторів, зв'язок яких з результативним показником носить функціональний характер, тобто результативний показник може бути представлений у вигляді добутку, частки або алгебраїчної суми (різниці) факторів. Детермінований факторний аналіз не дозволяє аналізувати вплив випадкових факторів.

Стохастичний аналіз – це методика дослідження факторів, зв'язок яких з результативним показником є імовірнісною (кореляційною). При цьому результативна ознака (залежна змінна) випробовує вплив не тільки розглянутих залежних факторів, але й підпадає під вплив випадкових (неконтрольованих) факторів. Причому повний перелік факторів не відомий, так само, як і точний механізм їх впливу на результативну ознаку. Якщо при функціональній залежності зі зміною аргументу (фактору) відбувається відповідна зміна функції (результативного показника), тобто детермінована залежність проявляється в кожному випадку, то при стохастичній – зміна аргументу може викликати кілька значень функції.

Однорівневий факторний аналіз використовується для дослідження факторів тільки одного рівня (першого підпорядкування), але при необхідності ці фактори можуть бути деталізовані на фактори другого, третього і т.д. підпорядкування. Оцінка впливу таких факторів на результативний показник буде являти собою багаторівневий факторний аналіз (основний метод для

виміру впливу таких факторів у моделях кратного типу – метод часткової участі).

Запропонована класифікація типів факторного аналізу покладена в основу класифікації методів її кількісного вивчення і представлена на рис. 3.1.5.

У детермінованому факторному аналізі для виміру впливу факторів на результативний показник використовують такі методи, як ланцюгові підстановки, метод різниць (метод абсолютних різниць, метод відносних різниць і метод різниць із використанням відсоткових чисел), індексний метод, метод часткової участі, метод диференційно-інтегральних обчислень, балансовий метод, а також методи комплексної оцінки (метод сум, метод суми місць, середньої арифметичної, середньої геометричної, метод добутків і метод відстаней). При цьому в основі перших чотирьох методів лежать засоби елімінування.

Елімінування – це усунення, тобто виключення впливу всіх факторів на величину результативного показника, крім одного. При застосуванні цих методів виходять із того, що всі фактори змінюються незалежно один від одного, невзаємопов'язано: спочатку змінюється один, а всі інші залишаються без зміни, потім змінюються два, три і т.д. при незмінності інших. Усунення впливу факторів може будуватися лише в суворій закономірності (послідовне елімінування: метод ланцюгових підстановок, індексний метод і методи різниць) і без дотримання суворої послідовності (непослідовне елімінування: метод диференційно-інтегральних обчислень і балансовий метод) [3].

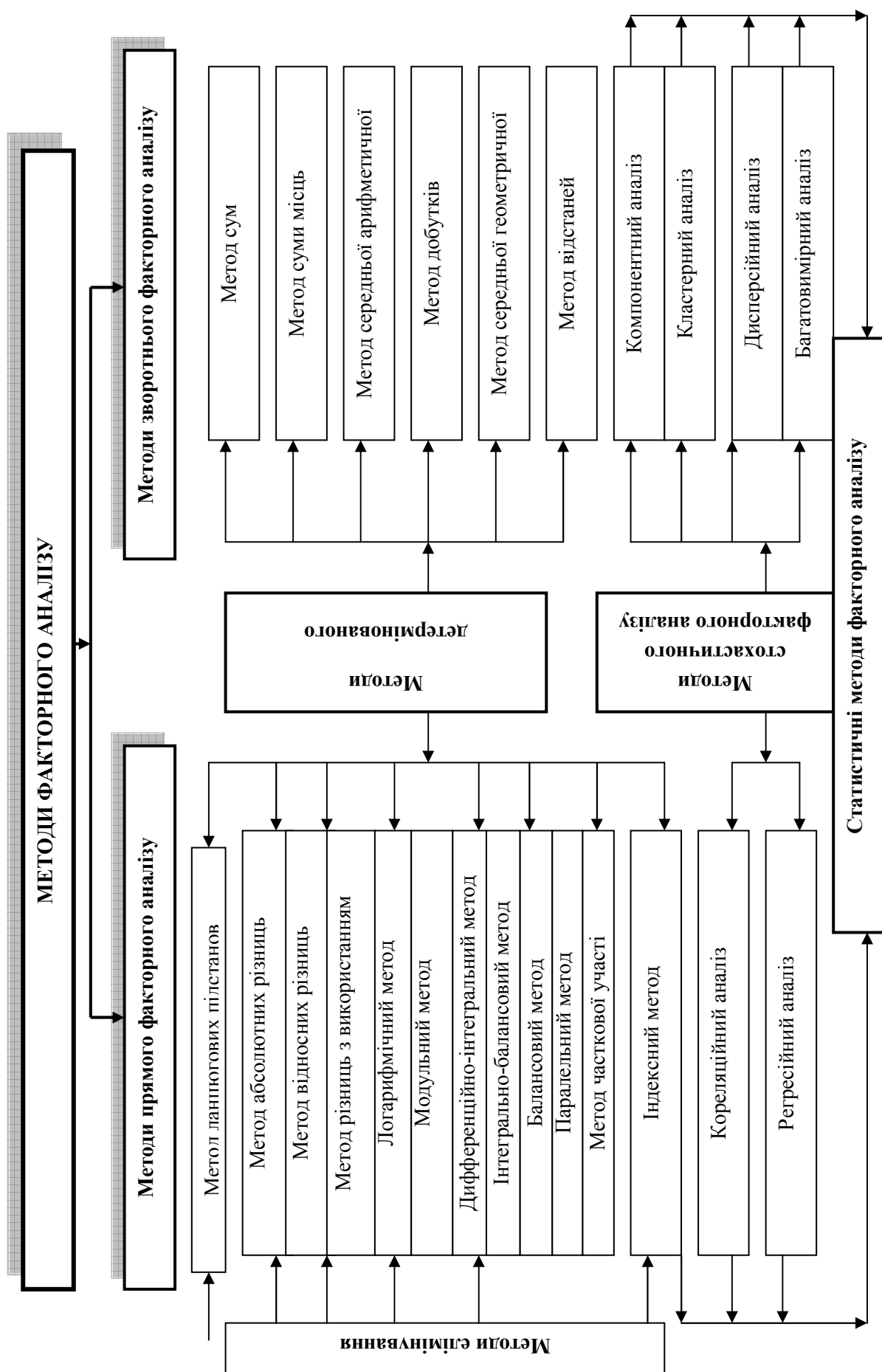


Рис. 3.1.5. Класифікація методів факторного аналізу

У стохастичному факторному аналізі, методи якого (поряд з індексним методом) є статистичними методами, використовують: кореляційний і регресійний методи факторного аналізу, кластерний, компонентний, дисперсійний і багатомірний види аналізу, які дозволяють вивчити й кількісно оцінити вплив факторів, що перебувають із результативним показником у поза строгою функціональною залежністю.

У цілому вплив детермінованих факторів на результати діяльності організацій становить приблизно 85-90%, тому основна увага в економічній літературі, приділяється вивченню саме цих факторів.

Одним з основних методів взаємозалежного вивчення факторів є створення моделей факторних систем. Факторну систему слід розглядати, як сукупність факторних і результативних ознак, пов'язаних одним причинно-наслідковим зв'язком, а математична формула, яка виражає зв'язок між цими ознаками, називається факторною моделлю. Створення факторної системи це представлення результативного показника у вигляді алгебраїчної суми, добутку або частки від розподілу факторних показників, що виявляють безпосередній вплив на результативний показник, що й перебувають із ним у функціональній залежності. Причому з метою розширення розмірності обліку факторів, що виявляють вплив на динаміку результативного показника й відповідно збільшення можливостей пошуку внутрішніх резервів росту, у практиці економічного аналізу використовують методи детермінованого моделювання факторних систем.

Детерміноване моделювання факторних систем – це засіб формалізації економічних показників, в основі якого лежить можливість побудови тотожного перетворення для вихідної факторної моделі результативного показника за його теоретично передбачуваними причинно-наслідковими зв'язками з факторними показниками.

При цьому в ході моделювання вихідної факторної системи одержують розвинену факторну систему або модель, яка охоплює вже більше число факторів, що сприяє підвищенню аналітичності існуючих моделей [4].

У детермінованому моделюванні факторних систем виділяють наступні їхні типи:

- адитивні моделі, у яких результативний показник ( $A$ ) можна представити як алгебраїчну суму або різницю факторів ( $X$  и  $Y$ ), які виражені в одних вимірниках:

$$A = X (+/-) Y, \quad (3.1.39)$$

- мультиплікативні моделі, у них результативний показник являє собою добуток факторів:

$$A = X * Y, \quad (3.1.40)$$

- кратні моделі, у яких результативний показник являє собою результат ділення від розподілу факторів:

$$A = X / Y, \quad (3.1.41)$$

- комбіновані моделі, у яких поєднані декілька вищеперерахованих типів. Вони використовуються в розвинених моделях при деталізації вихідних на декількох рівнях.

Стосовно до класу детермінованих факторних кратних систем використовуються наступні основні методи моделювання:

- метод подовження вихідної факторної системи полягає в розкладанні чисельника кратної моделі на складові його фактори з наступним одержанням розвиненої факторної моделі адитивного виду;

- метод формального розкладання вихідної факторної системи полягає в розкладанні знаменника вихідної факторної системи кратного виду на складові його фактори з одержанням кінцевої факторної системи комбінованого виду;

- метод розширення вихідної факторної системи припускає множення й чисельника, і знаменника кратної моделі на той самий

економічний показник з наступним одержанням кінцевої факторної системи мультиплікативного виду;

- метод скорочення вихідної факторної системи й чисельник, і знаменник вихідної факторної моделі діляться на той самий економічний показник з одержанням розвиненої факторної системи того ж кратного виду, але з іншим складом факторів [5].

Розглянувши основні види і типи факторного аналізу, а також моделі, на яких вони застосовуються, слід більш докладно розглянути саме особливості застосування методів факторного аналізу для математичних моделей різного типу.

Метод ланцюгових підстановок є універсальним методом вивчення прямого детермінованого факторного зв'язку, тому що його застосування можливе для вивчення впливу факторів у моделях будь-якого виду: адитивних, мультиплікативних, кратних і комбінованих.

Сутність даного методу складається в послідовній заміні базисної величини окремих факторів, що входять у модель факторної системи результативного показника, на фактичну їхню величину у звітному періоді. У результаті такої заміни розраховується один або кілька (якщо факторів більш двох) умовних результативних показників, які називаються підстановками або скоректованим значенням результативного показника. Даний умовний показник рівняється з попереднім значенням умовного результативного показника. Результат такого порівняння показує величину впливу досліджуваного фактору. Послідовність заміни факторів впливає з характеру взаємозв'язків факторних показників з результативним. Слід враховувати наступні правила, якими необхідно керуватися при використанні приймання ланцюгових підстановок:

- у першу чергу розраховується вплив екстенсивних (кількісних) факторів, потім – структурних факторів, а останню чергу - інтенсивних (якісних) факторів. При цьому слід зауважити, що якщо є декілька кількісних



або якісних факторів, то спочатку замінюються головні фактори (загальні), а потім другорядні (частки), що залежать від них;

- якщо вплив фактору вже визначений, то при розрахунках чергового значення результативного показника значення даного фактору застосовується у фактичній оцінці звітного періоду, а якщо ще не визначене – в оцінці базисного періоду;

- кількість підстановок (тобто значень результативного показника) повинне бути на одиницю більше, ніж факторних показників у моделі [6].

Переваги методу ланцюгових підстановок:

- точність розрахунків величин впливу факторів;
- універсальність (можливість застосування для оцінки впливу факторів у детермінованих моделях будь-якого типу).

Недоліки методу:

- необхідність ідентифікації екстенсивних і інтенсивних факторів, що, у свою чергу, впливає на визначення послідовності заміни факторів;
- трудомісткість розрахункових процедур при багатфакторних моделях: якщо при великій кількості факторів буде пропущений який-небудь із них або буде допущена арифметична помилка в проміжних розрахунках, то величина впливу факторів буде визначена невірно.

Методи різниць є різновидом методу ланцюгових підстановок і застосовуються для розрахунків факторів у тих випадках, коли результативний показник можна представити у вигляді добутку декількох показників, тобто при мультиплікативному типі моделей факторних систем, а також у комбінованих моделях, але отриманих у результаті моделювання вихідних факторних систем мультиплікативного типу.

Існує три різновиди методів різниць:

- метод абсолютних різниць;
- метод відносних різниць;
- метод різниць із використанням відсоткових чисел.

Сутність методу абсолютних різниць: вплив окремих факторів розраховується шляхом множення абсолютної зміни досліджуваного факторного показника на базисне (звітне) значення іншого (інших) показників, що входять у дану факторну систему. При використанні даного методу слід керуватися першим і другим правилом методу ланцюгових підстановок. Перевага методу – простота розрахунків. Недоліки методу:

- обмеженість використання (використовується тільки для моделей мультиплікативного виду та окремого виду комбінованих моделей);
- необхідність визначення послідовності оцінки впливу факторів;
- одержання неточного значення величин впливу факторів, що обумовлює наближене значення сукупного їхнього впливу.

Метод відносних різниць використовується, якщо вихідні дані отримані у вигляді відсотків виконання плану або темпів росту, то вплив факторів на результативний показник можна визначити за допомогою іншого різновиду методу різниць – способом відносних різниць. Він застосовується для оцінки впливу факторів у моделях мультиплікативного типу.

Сутність методу: розрахунки впливу окремих факторів на результативний показник проводиться шляхом множення відносного приросту факторів на базисний рівень аналізованого результативного показника, але з урахуванням величини впливу попереднього фактору. Недоліки й переваги цього методу ті ж, що й методу абсолютних різниць.

Метод абсолютних різниць із використанням відсоткових чисел використовується при розрахунках впливу на відносні величини інтенсивності (середній рівень валового прибутку, середній рівень видатків на продаж, товарооборотність і т.д.) структурних факторів, наприклад зміна структури реалізації товарів.

Сутність методу полягає в тому, що відхилення за структурою реалізації, вираженої в питомих вагах ( $\Delta d_i$ ), множиться на базисне значення результативного показника, узятото по окремих видах обороту ( $У_{рез.пок. i}^0$ ):

Тим самим визначаються відсоткові числа, які потім складаються й знайдена сума ділиться на 100 %:

Таким чином, виявляється вплив фактору (структури реалізації) на відносну величину результативного показника (його рівень), наприклад, зміна середнього рівня валовому прибутку за рахунок структури реалізації.

Для того щоб знайти вплив фактору на зміну абсолютної величини результативного показника ( тобто суми валового прибутку ( $\Delta ВП (d)$ ) або суми видатків на продаж ( $\Delta РП (d)$ )), необхідно використовувати метод абсолютних різниць, тобто знайдена зміна рівня результативного показника за рахунок структури реалізації ( $\Delta Урез.пок.(d)$ ) помножити на фактичний обсяг реалізації у звітному періоді ( $ВР_1$ ) і отриманий добуток розділити на 100 %.

Диференційно-інтегральний метод, що є методом непослідовного елімінування, був винайдений ученими з метою ліквідації основного недоліку, властивого традиційним методам вивчення прямого детермінованого факторного зв'язку: ланцюгових підстановок і методу різниць. Суть недоліку полягає в необхідності визначення послідовності заміни значень факторів, що іноді важко зробити при їх великій кількості, у той час як зміна послідовності впливає на результат розрахунків.

Даний метод дозволяє розкласти додатковий приріст результативного показника у зв'язку із взаємодією факторів нарівно між ними, незалежно від їхнього розташування в моделі. Приймання диференційно-інтегральних обчислень використовують при вивченні факторного зв'язку в моделях мультиплікативного й кратного видів. При цьому використання методу базується на застосуванні відповідного алгоритму розрахунків для певного виду факторних моделей.

Перевагою даного методу є повне розкладання факторів і відсутність необхідності встановлювати черговість дії факторів. Інтегральний спосіб дозволяє досягти повного розкладання результативного показника за факторами і носить універсальний характер, тобто що може бути

застосований до мультиплікативних, кратних і змішаних моделей. До недоліків методу відносять значну трудомісткість розрахунків.

Балансовий метод являє собою зіставлення взаємозалежних економічних показників господарської діяльності й застосовується з метою виявлення й виміру їх взаємного впливу один на одного. Балансовий метод заснований на використанні способів деталізації й адитивної форми зв'язку між результативним і факторними показниками. Крім того, він застосовується лише в тих випадках, коли залежність між групами взаємопов'язаних показників виражається у вигляді рівностей підсумків (тобто для моделей адитивного типу).

Метод часткової участі (або пропорційного розподілу приросту) застосовується при кратному та змішаному типі детермінованих факторних моделей для деталізації й оцінки впливу факторів першого, другого, третього і т.д. порядків. Наприклад, вихідна факторна модель виглядає в такий спосіб:

$$A=X/Y, \quad (3.1.42)$$

де  $A$  – результативний показник;

$X$  и  $Y$  – фактори першого порядку.

При цьому фактор  $X$  залежить від факторів  $a, b, c$ , які представляють собою фактори другого порядку. Для розрахунків впливу таких факторів на результативний показник визначається коефіцієнт часткової участі кожного фактору, що впливає на зміну фактору першого порядку. Потім участь на паях кожного фактору множиться на зміну результативного показника ( $A$ ) за рахунок фактору першого порядку ( $X$ ), на який впливають фактори  $a, b, c$ , тобто визначається величина  $\Delta A(X)$  ( за допомогою методу ланцюгових підстановок, враховуючи кратний або комбінований тип факторної моделі).

Логарифмічний метод. Використовується для виміру впливу факторів в мультиплікативних моделях. На відміну від інтегрального методу при логарифмуванні використовуються не абсолютні прирости показників, а індекси їх зростання. Перевага методу виражається в відносній простоті

розрахунків і зростанні їх точності, Недолік – в обмеженості сфери застосування [7].

Паралельний метод. Сутність методу полягає в тому, що вплив кожного окремого фактора є середньою арифметичною з величин впливу даного фактора, які розраховані методом ланцюгових підстановок за всіма можливими варіантами послідовності розташування факторів.

Модульний метод. Сутність методу полягає в тому, що «нерозкладний залишок» розподіляється між факторами пропорційно питомій вазі модулів прирощення окремих факторів до суми модулів прирощення всіх факторів [8].

Інтегрально-балансовий метод використовується для факторного аналізу на кратних моделях, які мають в своєму складі мультиплікативну частину та дві адитивні частини.

Індексний метод використовується для вивчення впливу окремих факторних показників на результативний показник з допомогою системи взаємозв'язаних індексів. При цьому результативний показник функціонально залежить від факторних показників та дорівнює їх добутку

При побудові індексів використовується наступне правило: індексований показник у чисельнику за звітний період, у знаменнику — за базисний, показники, які знаходяться перед індексованим показником фіксуються на рівні звітного періоду, а ті, що розташовані після індексованого показника — на рівні базисного періоду.

На основі обчисленої системи індексів можна визначити загальний абсолютний приріст результативного показника та факторні прирости, зумовлені впливом кожного фактора зокрема. Ці прирости визначаються як різниця між чисельником та знаменником відповідного індексу. Отже, факторний індексний аналіз є ефективним методом дослідження мультиплікативних детермінованих зв'язків при кількості факторних ознак більше двох.

На основі проведеного аналізу існуючої системи методів прямого детермінованого факторного аналізу на предмет їх застосування для різноманітних економіко-математичних моделей можна скласти відповідну таблицю, яка дасть змогу більш точно визначатись при виборі методу факторного аналізу згідно відповідної математично-економічної моделі (табл. 3.1.2).

Таблиця 3.1.2

Застосування методів прямого факторного аналізу для моделей різного типу

Методи/Типи моделей	Мультиплікативна	Адитивна	Кратна	Комбінована
Метод ланцюгових підстановок	+	+	+	+
Методи різниць				
Абсолютних різниць	+	-	-	$Y = a \cdot (b - c)$
Відносних різниць	+	-	-	-
Метод абсолютних різниць із використанням відсоткових чисел	+	-	-	-
Диференційно-інтегральний метод	+	-	+	$Y = a / \sum X_i$
Метод часткової участі	-	+	-	$Y = a / \sum X_i$
Балансовий метод	+	-	-	-
Логарифмічний метод	+	-	-	-
Паралельний метод	+	-	-	-
Модульний метод	+	-	-	-
Інтегрально-балансовий метод	-	-	$Y = a / \sum X_i$	-
Індексний метод	+	-	-	-

Знання сутності даних методів, сфери їх застосування, процедури розрахунків – необхідна умова проведення класифікованого аналізу. Таким чином, відповідно до запропонованої класифікації, розрізняють велику кількість методів факторного аналізу. Даним дослідженням виявлено їх основні риси, етапи проведення, недоліки і переваги. На основі проведеного дослідження також було сформовано систему застосування методів факторного аналізу для моделей різного типу.

**Список літератури:** 1. В.Т.Доля Экономический анализ: теория и практические методики: Учебное пособие. – К: Кондор., 2003. – 208 с. 2. О.Ю.Дягель Теория экономического анализа : учебное пособие / О.Ю.Дягель – Краснояр. гос. торг.-экон. Ин-т –

Красноярск, 2005.. – С. 187 с. **3.** Русак Н. А. Финансовый анализ субъекта хозяйствования : справочное пособие / Н. А. Русак, В. а. Русак. – Минск: Высш. шк., 1997. – С. 14-16 **4.** О.Ю.Дягель Теория экономического анализа : учебное пособие / О.Ю.Дягель – Краснояр.гос.торг.-экон. Ин-т – Красноярск, 2005.. – С. 187 с. **5.** С.З.Мошенський, О.В.Олійник Економічний аналіз: Підручник для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів./За ред. Ф.Ф.Бутинця.-2-ге вид.доп. і перероб.. – Житомир: ПП «Рута»., 2007. – 704 с. **6.** В.М. Івахненко Курс економічного аналізу: Навч. посібник: 5-те вид., випр. І доп. – К.: Знання, 2006. – 261 с. **7.** Г.В.Савицкая Экономический анализ: Учебник. –9-е изд., испр., -М.: Новое знание., 2004. – 640 с. **8.** В.Т.Доля Экономический анализ: теория и практические методики: Учебное пособие. – К: Кондор., 2003. – 208 с.